

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
19 juillet 2001 (19.07.2001)

PCT

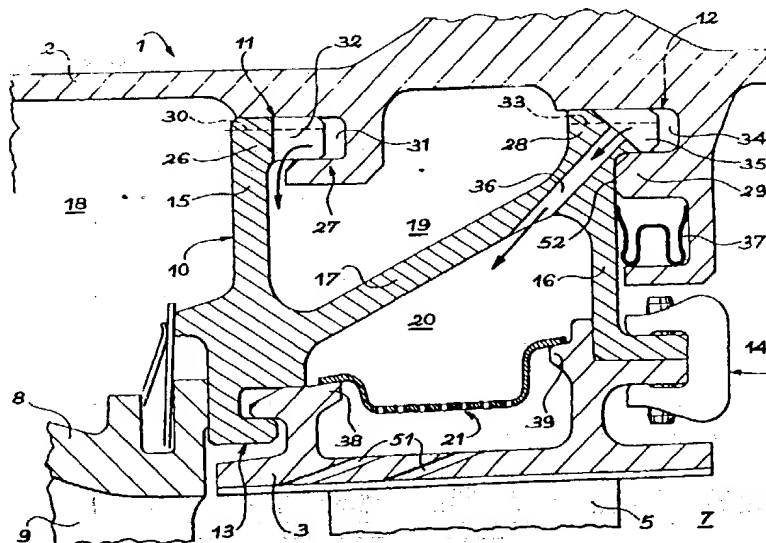
(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/51771 A2

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : F01D (72) Inventeurs; et  
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/00101 (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ARILLA, Jean-Baptiste [FR/FR]; 20, avenue de la Libération, F-91450 Soisy sur Seine (FR). ARRAITZ, Anne-Marie [FR/FR]; 90 Promenade du Bourg, F-77176 Nandy (FR). GENDRAUD, Alain [FR/FR]; 5, rue des Tilleuls, F-77670 Vernou-la-Celle/Seine (FR).  
(22) Date de dépôt international : 12 janvier 2001 (12.01.2001)  
(25) Langue de dépôt : français  
(26) Langue de publication : français  
(30) Données relatives à la priorité : 00/00371 13 janvier 2000 (13.01.2000) FR (74) Mandataire : ILGART, Jean-Christophe; Brevalex, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).  
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SNECMA MOTEURS [FR/FR]; 2, boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR). (81) États désignés (national) : CA, JP, RU, UA, US.  
Publiée :  
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ARRAY FOR REGULATING THE DIAMETER OF A STATOR OF A GAS TURBINE

(54) Titre : AGENCEMENT DE REGLAGE DE DIAMETRE D'UN STATOR DE TURBINE A GAZ



(57) Abstract: Ventilation gas is blown to a stator ring (3) to regulate the distance between said ring and the end of the moving blades (5) and reduce leaks in a machine turbine. Communication between successive chambers (18, 19, 20) is enabled by means of fixing hooks (26, 27, 28 et 29) of a strut (10) supporting the ring (3) on the crankcase (2) in order to reduce stress concentrations in said strut (10).

(57) Abrégé : Du gaz de ventilation est soufflé vers un anneau de stator (3) pour régler sa distance du bout d'aubes mobiles (5) et diminuer les fuites dans une turbine de machine. On propose d'opérer des communications entre chambres successives (18, 19, 20) à travers des crochets (26, 27, 28 et 29) de fixation d'une entretoise (10) de support de l'anneau (3) au carter (2), afin de réduire les concentrations de contrainte dans cette entretoise (10).

WO 01/51771 A2



*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

AGENCEMENT DE RÉGLAGE DE DIAMÈTRE D'UN STATOR DE  
TURBINE À GAZ

DESCRIPTION

Le domaine de cette invention est un  
5 agencement de réglage de diamètre d'un stator de  
turbine à gaz.

Certaines turbines à gaz comprennent de nos  
jours des dispositifs de réglage du diamètre interne du  
stator afin de ramener le jeu existant entre le stator  
10 et des bouts d'aubes mobiles du rotor à une valeur  
aussi faible que possible ; une disposition courante  
pour assurer ce réglage de diamètre consiste à prélever  
une portion des gaz plus frais originaires des  
compresseurs et à l'acheminer à travers le stator pour  
15 qu'elle soit soufflée sur des anneaux de pilotage du  
stator qui s'étendent devant les aubes du rotor. On  
réalise ce qu'on appelle une ventilation du stator,  
dont le diamètre est modifié en fonction de la  
température et le débit des gaz de ventilation.  
20 Généralement, le prélèvement de gaz est double : une  
source dite chaude à débit fixe permet la dilatation du  
carter lorsque nécessaire, une autre source dite froide  
à débit variable et contrôlé permet de contracter le  
carter.

25 Le trajet des gaz de ventilation de la  
source chaude emprunte un volume interne au stator,  
entre les anneaux à ventiler et un carter qui les  
entoure. Des entretoises unissant les anneaux au carter  
comprennent en particulier des cloisons transversales

qui séparent le volume du trajet en chambres et à travers lesquelles il faut donc ménager des communications pour permettre l'écoulement des gaz de ventilation. De nombreux exemples de réalisation de ces  
5 communications ont été proposés dans l'art antérieur, mais on observe qu'une bonne ventilation n'est pas facile à assurer car elle doit être bien répartie non seulement entre les anneaux successifs, mais sur la surface de chacun des anneaux, faute de quoi on observe  
10 des ondulations des anneaux produites par les différences d'intensité de ventilation et de dilatation thermique autour de leurs circonférences, et donc des régions où les fuites de gaz au bout des aubes du rotor subsisteront. De plus, les ouvertures ménagées à  
15 travers les entretoises ont pour effet de les affaiblir, avec des conséquences dangereuses sur des portions de la machine soumises à de fortes sollicitations mécaniques, puisque des concentrations de contraintes apparaissent généralement autour de ces  
20 ouvertures.

L'objet de l'invention est donc de proposer un agencement de stator de turbine à gaz, dont l'intérieur est compartimenté mais muni d'ouvertures permettant à du gaz de ventilation d'être soufflé sur  
25 des anneaux du stator soumis à un réglage, où les ouvertures sont conçues pour produire une grande régularité de ventilation autour des anneaux sans affaiblir exagérément les éléments de structure à travers lesquels elles sont percées.

30 L'invention concerne ainsi, sous sa forme la plus générale, un agencement de réglage de diamètre

d'un stator de turbine à gaz, le stator comprenant un carter, des anneaux bordant une veine d'écoulement des gaz et situés devant des étages respectifs d'aubes mobiles d'un rotor, les anneaux étant entourés par le  
5 carter et accrochés au carter par des entretoises circulaires, comprenant chacune une cloison transversale s'étendant du carter à un des anneaux et séparant deux chambres, la cloison comprenant un bord extérieur courbé en crochet d'entretoise et engagé  
10 entre une portion principale du carter et un appendice respectif courbé en crochet de carter associé audit crochet d'entretoise, des communications de passage d'un débit de gaz sous pression existant entre les chambres, caractérisé en ce qu'une au moins des  
15 communications est réalisée au moyen d'évidements opérés à travers une jonction de crochets composée d'un crochet d'entretoise et du crochet de carter qui lui est associé.

Comme les crochets d'entretoise et de  
20 carter sont des appendices ou des extrémités de ces structures, ils sont soumis à des contraintes modérées, de sorte que la création d'ouverture à travers eux ne produit que des niveaux de contrainte acceptables. De préférence, la communication entre chambres qu'on  
25 propose ici comprend des encoches longitudinales creusées à travers chacun des crochets d'entretoise, un intervalle circulaire situé sous le crochet de carter respectif et à l'extérieur du crochet d'entretoise, et des encoches radiales opérées sur le crochet  
30 d'entretoise entre les encoches longitudinales et s'ouvrant sur une desdites chambres.

On peut proposer deux conceptions principales de ce mode de réalisation : soit les encoches radiales s'étendent à une profondeur suffisante pour dépasser du crochet du carter, soit  
5 elles comprennent des portions collectrices suivies par des perçages ; ce dernier agencement se prête volontiers à une calibration du débit de ventilation (d'après la section d'entrée des encoches radiales ou des perçages) et à une tranquillisation du gaz dans la  
10 chambre en aval de l'écoulement (après le passage par la partie resserrée des perçages).

D'autres caractères de l'invention seront décrits à l'aide des figures annexées, qui illustrent certaines réalisations concrètes de l'invention :

- 15 - la figure 1 illustre une entretoise équipée de l'invention et ses parages ;
- la figure 2 illustre la présence d'un second circuit de ventilation, facultatif, avec la même réalisation d'entretoise de ventilation ;
- 20 - la figure 3 illustre les crochets d'entretoise ;
- et les figures 4, 5, 6, 7, 8 et 9 représentent certaines possibilités pour créer des perçages complétant ou facilitant la ventilation.

25 La figure 1 illustre un fragment d'un stator 1 de turbine à gaz qu'on retrouve avec des éléments environnants à la figure 2. Le stator 1 comprend un carter 2 à l'extérieur, et qui entoure des anneaux 3 venant en face d'étages d'aubes mobiles 5  
30 d'un rotor 6 au sein d'une veine 7 d'écoulement des gaz, et les anneaux 3 alternent avec d'autres anneaux 8

porteurs d'aubes fixes 9 le long de la veine 7. Les turbines à gaz comprennent plusieurs anneaux 3 et 8 successifs, mais un seul de chaque espèce est illustré sur le fragment des figures 1 et 2, l'invention n'étant  
5 ici appliquée qu'à un anneau 3.

Des entretoises 10 unissent les anneaux 3 au carter 1. Des jonctions composées généralement de l'assemblage d'une paire de crochets et qu'on décrira en détail unissent l'entretoise 10 au stator 1 à  
10 l'avant et à l'arrière, et l'entretoise 10 à l'anneau 3 à l'avant et l'arrière ; elles portent respectivement les références 11, 12, 13 et 14. On cherche à réduire le jeu entre l'anneau 3 et les aubes mobiles 5 pendant le fonctionnement de la turbine à gaz. Des gaz plus  
15 frais originaux d'un compresseur à l'amont de la turbine à gaz sont soutirés pour être soufflés à l'extérieur de l'anneau 3, sur la face opposée aux aubes mobiles 5. Comme l'entretoise 10 comprend une cloison transversale à l'avant 15, entre les jonctions  
20 11 et 13, une cloison transversale à l'arrière 16, entre les jonctions 12 et 14, et une cloison transversale intermédiaire 17 reliant les deux précédentes et disposées obliquement et sensiblement  
entre les jonctions 13 et 12, les gaz de ventilation passant au sein du carter 2 mais autour des anneaux 3  
25 et 8 passent d'abord par une première chambre 18 à l'avant de la cloison avant 15, puis par une chambre intermédiaire 19 entre la cloison avant 15 et la cloison intermédiaire 17, et enfin par une chambre aval  
30 20 entre la cloison intermédiaire 17 et l'anneau 3. Cette chambre aval 20 est encore délimitée par la

cloison arrière 16, et elle est divisée par un couvercle muni de perçages, ou plus généralement une boîte 21 composée de plusieurs de ces couvercles, déjà proposée dans l'art pour aider à l'égalisation de la ventilation (par exemple dans le brevet des Etats-Unis 5 273 396). La cloison arrière 16 est une cloison externe des chambres de ventilation 18, 19 et 20, puisque l'écoulement de ventilation s'y arrête et qu'une autre atmosphère s'étend au-delà.

Les communications permettant de faire passer les gaz du compresseur par les chambres 18, 19 puis 20 comprennent, conformément à l'invention, des ouvertures ménagées principalement à travers les jonctions 11 et 12 au carter 2. La partie de description que voici gagnera à être lue en se reportant également à la figure 3.

La jonction 11 est composée d'un bord de la cloison avant 15, courbé vers l'aval (ou l'arrière) pour former un crochet d'entretoise 26, et d'un appendice associé du carter 2, dont l'extrémité est courbée vers l'amont (ou l'avant) pour donner un crochet de carter 27. De façon analogue, les cloisons arrière et intermédiaire 16 et 17 finissent sur un bord commun dirigé vers l'arrière, formant un autre crochet d'entretoise 28, alors qu'un appendice associé du carter 2 est également recourbé vers l'avant pour donner un autre crochet de carter 29. Les crochets d'entretoise 26 et 28 sont insérés entre le carter 2 à l'extérieur et, respectivement, les crochets de carter 27 et 29 à l'intérieur.



Le crochet d'entretoise 26 situé à l'avant n'est pas une structure continue ou intacte, mais il est creusé d'encoches longitudinales 30 régulièrement réparties sur sa circonférence et parallèles entre  
5 elles, qui l'entaillent de part en part sur sa face extérieure et s'étendent donc de la chambre amont 18 à l'intervalle 31 annulaire compris entre le bout du crochet d'entretoise 26 et le fond du crochet de carter 27 ; le crochet d'entretoise 26 est aussi entaillé  
10 d'encoches radiales 32, également parallèles entre elles et régulièrement réparties sur la circonférence du crochet d'entretoise 26, à mi-distance des entailles longitudinales 30, et ces entailles radiales 32 ont une profondeur suffisante pour dépasser du bout du crochet  
15 de carter 27 : les intervalles 31 et 34 ménagés entre les bouts des crochets d'entretoise 26 et 28 et les fonds des crochets de carter 27 et 29 gagnent à voir leurs sections méridiennes augmentées en pratiquant des feuillures 50 (illustrée à la figure 3) sur les faces  
20 externes des crochets d'entretoise 26 et 28, du côté des crochets de carter 27 et 29 et en prolongeant les encoches longitudinales 30 et 33. Les avantages des feuillures 50 sont multiples : réduction de la surface de contact entretoise-carter et donc de l'échauffement  
25 du carter par conduction ; meilleure maîtrise de la section de passage d'air en circulation circonférentielle car les dispersions de fabrication sont plus faibles pour les feuillures 50 que pour les fonds de gorge des crochets de carter ; et donc  
30 meilleure maîtrise de la vitesse circonférentielle d'écoulement de l'air et des coefficients d'échange

convectif ; plus grande surface d'échange convectif sur le carter 1 et donc meilleure maîtrise de l'écoulement de chaleur et de son homogénéité.

Des échanges thermiques sont produits dans  
5 les intervalles 31 et 34. Ils sont réglés par : la surface mouillée par le gaz du carter 1 ; la vitesse d'écoulement de l'air en direction circonférentielle ; le nombre des entailles longitudinales 30 et 33, et donc la longueur des trajets circonférentiels.

10 Une communication entre les chambres 18 et 19 est ainsi établie, les gaz de ventilation passant par les encoches longitudinales 30, puis par l'intervalle 31 où ils se dispersent et enfin par les encoches radiales 32.

15 Les encoches 30 et 32, génératrices de concentrations de contrainte et d'affaiblissement de la structure, ne sont établies que sur les crochets de la jonction 11, c'est-à-dire des portions de bord, peu susceptibles de donner de fortes concentrations de  
20 contraintes. Le mouvement de dispersion de l'écoulement par l'intervalle 31 contribue à uniformiser le débit de gaz sur la circonférence de la machine, et donc l'effet de la ventilation ; les changements de direction auxquels l'écoulement est soumis produisent des pertes  
25 de charge bienvenues pour l'efficacité de la ventilation ; enfin, les gaz sortent en direction centripète, vers l'anneau 3.

On aura remarqué que les encoches ne sont  
creusées qu'à travers le crochet d'entretoise 26, mais  
30 des résultats convenables seraient très probablement

obtenus si les encoches radiales avaient été opérées dans le crochet du carter 27.

Une disposition analogue permet de faire communiquer les chambres 19 et 20. Le crochet d'entretoise 28 situé à l'arrière est d'abord creusé d'encoches longitudinales 33, semblables à celles 30 du crochet 26, et un intervalle 34 analogue à l'intervalle 31 existe entre le bout du crochet d'entretoise 28 et le fond du crochet du carter 29 ; les gaz de ventilation se dispersent dans cet intervalle 34 vers des encoches radiales 35 opérées entre les encoches longitudinales 33. Toutefois, elles ne communiquent pas directement à la chambre aval 20 mais dans des perçages 36, en nombre variable par encoche radiale 35. Les perçages 36 s'étendent jusqu'à la chambre 20 en traversant la matière de l'entretoise 10 à la jonction des cloisons 16 et 17. Cet agencement offre les mêmes caractéristiques et avantages que celui de l'assemblage précédent 11; et les perçages 36 sont dirigés obliquement avec une forte composante centripète qui dirige bien le gaz de ventilation vers l'anneau 3. les encoches 33 peuvent encore s'ouvrir sur des feuillures 50 qui les prolongent vers l'intervalle 34. Les gaz ventilent l'anneau 3 avec une régularité encore accrue par la boîte 21 avant de se disperser autour de lui par les fuites de la structure et par les canaux d'émission 51 ménagés dans la peau de l'anneau 3 et donnant dans la veine 7. L'existence des intervalles 31 et 34 est garantie par la butée établie par le bout du crochet de carter 29 situé en arrière contre la cloison arrière 16, et l'anneau 8 situé immédiatement en amont

maintient cet appui en pesant sur la cloison avant 15 à l'endroit de la jonction 13 avant extérieure. L'étanchéité en aval de la jonction 12 est garantie par un joint 37 logé dans une gorge du crochet 29 et  
5 comprimé entre lui et la cloison arrière 16 ; il s'agit d'un joint dont la section est composée de trois lobes en prolongement et qu'on appelle donc joint en oméga.

L'étanchéité de ce joint 37 adjacent au crochet 29 est doublée par l'appui plan 52 du crochet  
10 de carter sur la cloison arrière 16, qui forme une ligne d'étanchéité ininterrompue. Les encoches radiales 35, les perçages 36, 42 et 43 sont conçus de façon à ne pas rompre cette ligne d'étanchéité en faisant communiquer l'intervalle 34 à la chambre du joint 37.  
15 Les agencements des figures 8 et 9 sont ainsi possibles pour obtenir le même résultat : sur la figure 8, les encoches radiales 53 (au lieu de 35) s'étendent en lamage sur une portion 54 de la cloison arrière 16 pour dégager l'accès aux perçages 36 tout en réduisant la  
20 largeur de l'appui plan 52, mais sans l'interrompre ; à la figure 9, les encoches 55 (au lieu de 35 ou 53) ne s'étendent que dans la face interne du crochet d'entretoise 28, devant le crochet de carter 29, allongeant ainsi le trajet des gaz dans les cavités 34.  
25 D'autres agencements sont aussi possibles. La portion 54 évidée de la cloison arrière 16 facilite l'entrée de l'air dans les perçages.

La boîte 21 peut être une simple tôle d'impact et multiperforée. Elle peut être fixée soit  
30 sur l'anneau, soit sur l'entretoise. La boîte 21 est accrochée à des rebords 38 et 39 de l'anneau 3, de

façon usuelle dans l'art, à la figure 1 ; la direction favorable des gaz de ventilation permettrait de rapprocher la boîte 21 de l'entrée des gaz dans la chambre 20, en la faisant soutenir par des rebords 40 et 41 de l'entretoise 10 qui seraient situés sur les cloisons 15 et 16, comme l'illustre la figure 4.

Les perçages 36 représentés étaient de section constante. Ils pourraient être remplacés par des perçages divergents dont la section s'accroîtrait vers la chambre aval 20, tels que le perçage étagé 42, ou à variation brusque de diamètre, de la figure 5 et le perçage en trompe 43, ou à variation progressive de diamètre, de la figure 6 ; ces perçages 42 et 43 seraient situés comme le perçage 36, mais les proportions qu'il serait possible de donner aux diamètres d'entrée et de sortie permettraient d'agir à la fois sur la calibration du débit de gaz de ventilation admis (grâce au plus faible diamètre à l'entrée) et sur l'effet de tranquillisation obtenu à l'entrée de la chambre 20 (grâce au plus fort diamètre à la sortie), ce qui s'accompagne d'une meilleure alimentation de la boîte 21.

L'invention peut aussi être combinée à des communications plus classiques entre les chambres, telles que des perçages 44 de la figure 7 opérés de la chambre 18 à la chambre 20 à travers la matière de l'entretoise 10 disposée à la jonction des cloisons transversales 15 et 17 ; l'invention aurait alors pour conséquence d'atténuer l'effet d'affaiblissement mécanique produit par les perçages 44, en réduisant leur nombre requis.

Terminant sur la figure 2, on voit que le stator peut être pourvu de nervures externes 45 devant ou entre lesquelles sont disposées les chambres de distribution 46 d'un autre réseau de gaz de ventilation

5 formant une source froide, ces chambres de distribution 46 étant raccordées à des tuyaux d'alimentation 47 servant à la circulation des gaz. Les chambres de distribution 46 sont percées d'orifices de soufflage devant les nervures 45 pour que le gaz les atteigne.

10 Souvent en pratique, le deuxième débit de gaz de ventilation sera soutiré d'une portion du compresseur située plus en amont que la portion de soutirage du premier débit, de sorte que le gaz de ce deuxième débit sera plus frais. Le réglage du diamètre de l'anneau 3

15 consistera alors en un réglage combiné des deux débits de ventilation, ce qui donnera une précision excellente.

## REVENDICATIONS

1. Agencement de réglage de diamètre d'un stator (1) de turbine à gaz, le stator comprenant un carter (2), des anneaux (3) bordant une veine d'écoulement des gaz (7) et situés devant des étages respectifs d'aubes mobiles de rotor (5), les anneaux (3) étant entourés par le carter (2) et accrochés au carter par des groupes circulaires d'entretoises (10), comprenant chacune au moins une cloison (15, 17) s'étendant du carter à un des anneaux et séparant deux chambres (18, 19; 19, 20), la cloison comprenant un bord extérieur courbé en crochet d'entretoise (26, 28) et engagé entre une portion principale du carter (2) et un appendice respectif courbé en crochet de carter (27, 29) associé audit crochet d'entretoise, des communications de passage d'un débit de gaz sous pression existant entre les chambres, caractérisé en ce qu'une au moins des communications est réalisée au moyen d'évidements (30, 32, 33, 35, 36, 42, 43) opérés à travers une jonction de crochets composée d'un crochet d'entretoise et du crochet de carter qui lui est associé.

2. Agencement suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite communication comprend des encoches longitudinales (30) creusées à travers l'un des crochets d'entretoise, un intervalle circulaire (31) situé sous le crochet de carter respectif et devant le crochet d'entretoise, et des encoches radiales (32) opérées sur le crochet d'entretoise entre les encoches longitudinales (30) et s'ouvrant sur une desdites chambres.

3. Agencement suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les encoches radiales (32) s'étendent à une profondeur suffisante pour dépasser du crochet du carter.

5           4. Agencement suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les encoches radiales comprennent des portions collectrices (35) suivies par des perçages (36, 42, 43).

10           5. Agencement suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'une pluralité des perçages (36, 42, 43) débouche dans chacune des portions collectrices.

15           6. Agencement suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les perçages (42, 43) ont une section divergente à partir des portions collectrices.

20           7. Agencement suivant la revendication 1, caractérisé en ce que des couvercles (21) couvrant les anneaux de stator, situés dans les chambres et percés pour distribuer plus également le débit de gaz sous pression, sont fixés aux entretoises.

25           8. Agencement suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend encore un dispositif de soufflage (46, 47, 48) d'un second débit de gaz sur une nervure (45) extérieure du carter (2), les débits de gaz étant à des températures différentes.

30           9. Agencement suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend encore une alimentation directe d'une des chambres (20), située en aval, par des perçages (44) traversant une des cloisons (15) en évitant les évidements opérés à travers les jonctions de crochets.

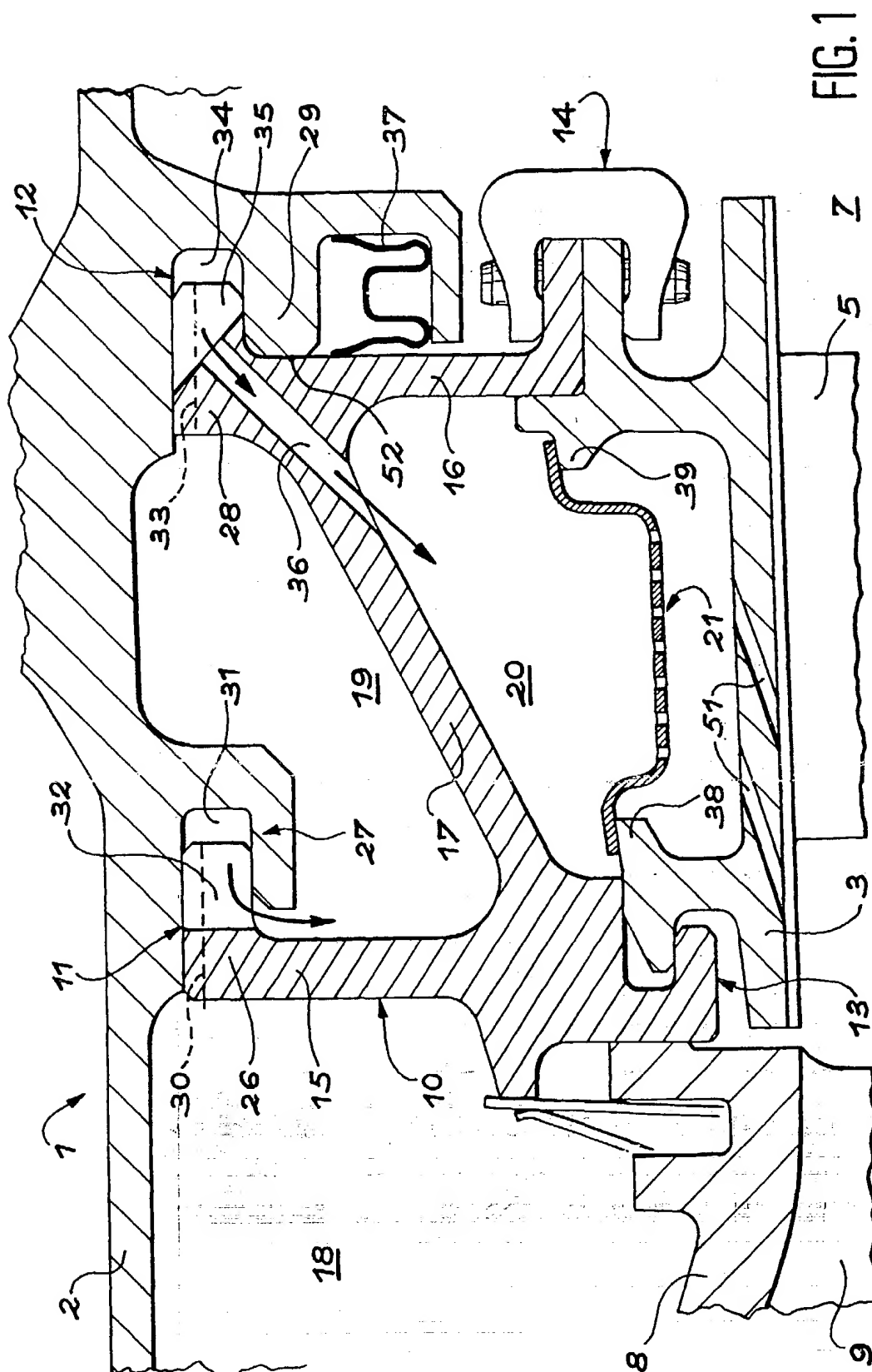


10. Agencement suivant la revendication 2, caractérisé en ce que des feillures (50) sont creusées à travers l'un des crochets d'entretoise en prolongeant les encoches longitudinales (30).

5 11. Agencement suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'un des crochets du carter (29) est adjacent à un joint d'étanchéité (37) des chambres et forme une ligne d'étanchéité (52) continue avec une des cloisons (16) des entretoises, ladite cloison (16)  
10 étant une cloison externe des chambres.

12. Agencement suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les encoches radiales (53, 55) s'étendent sur une portion (54) d'une des cloisons (16).

1/6



2/6

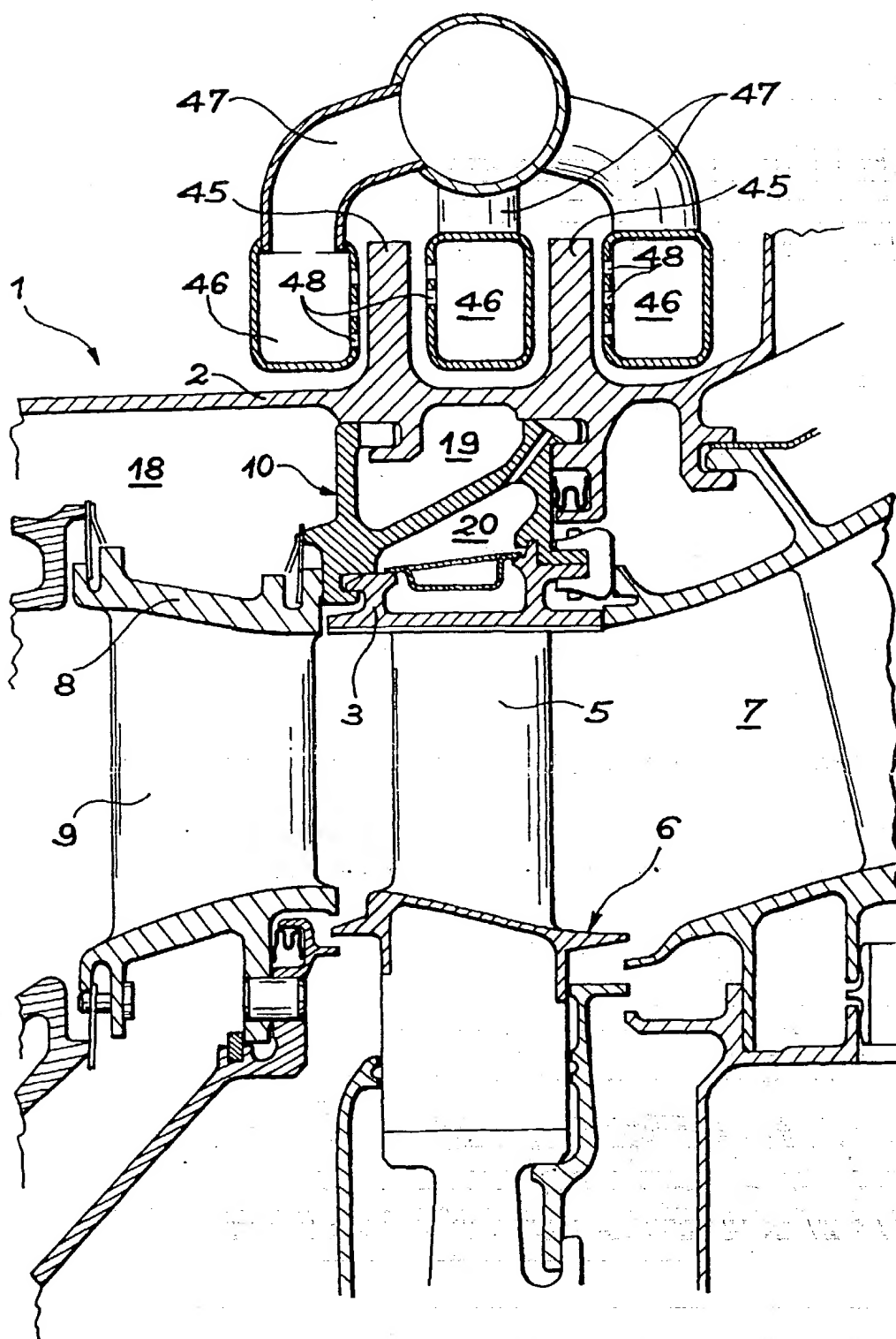


FIG. 2

3 / 6

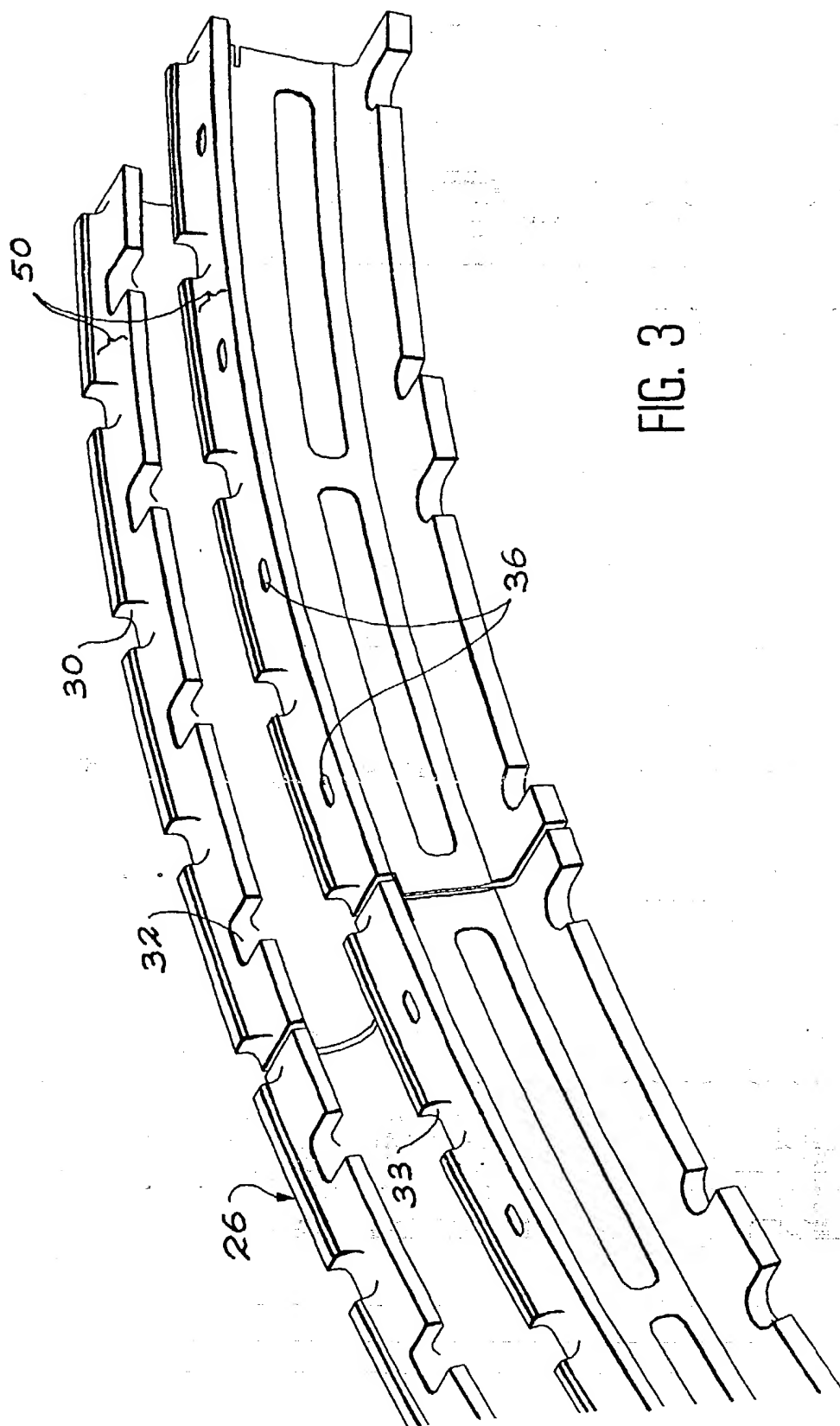


FIG. 3

4/6

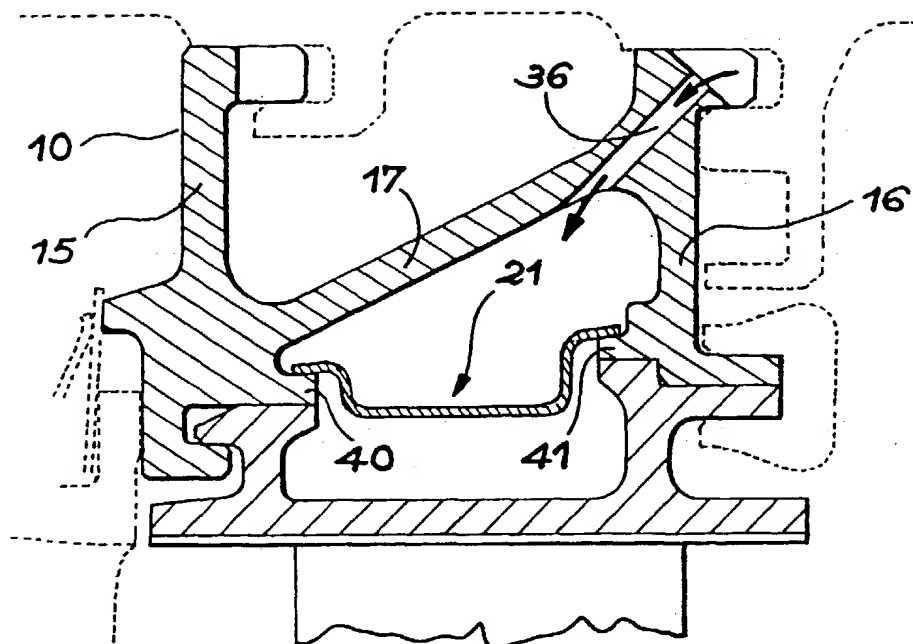


FIG. 4

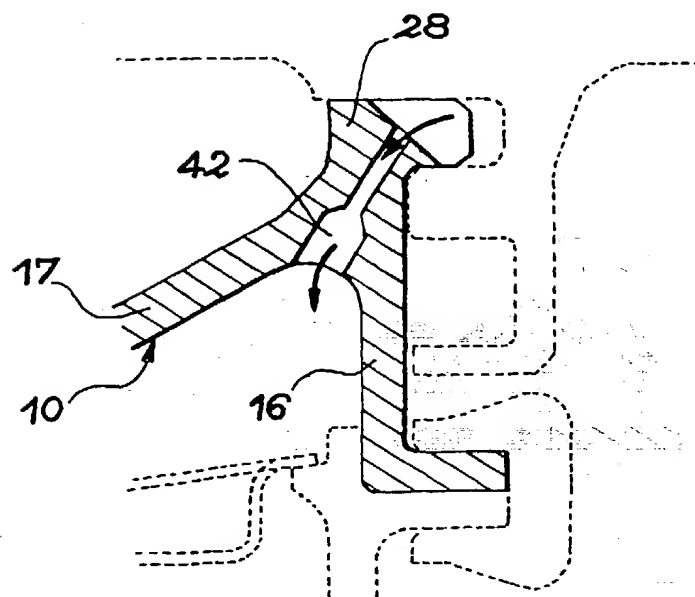


FIG. 5

5/6

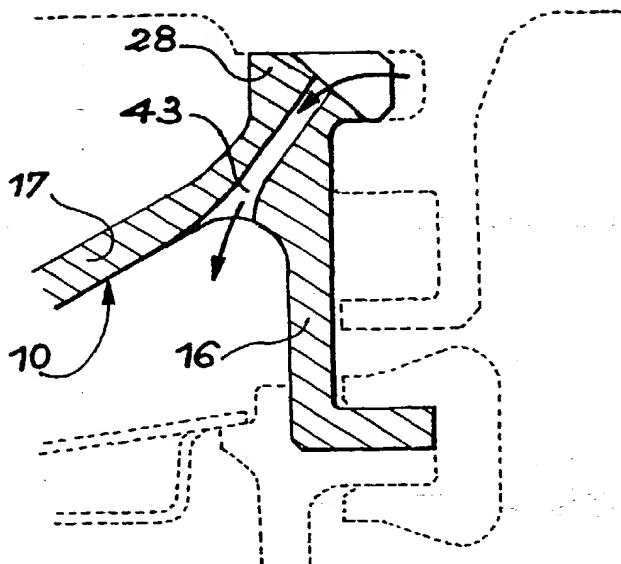


FIG. 6

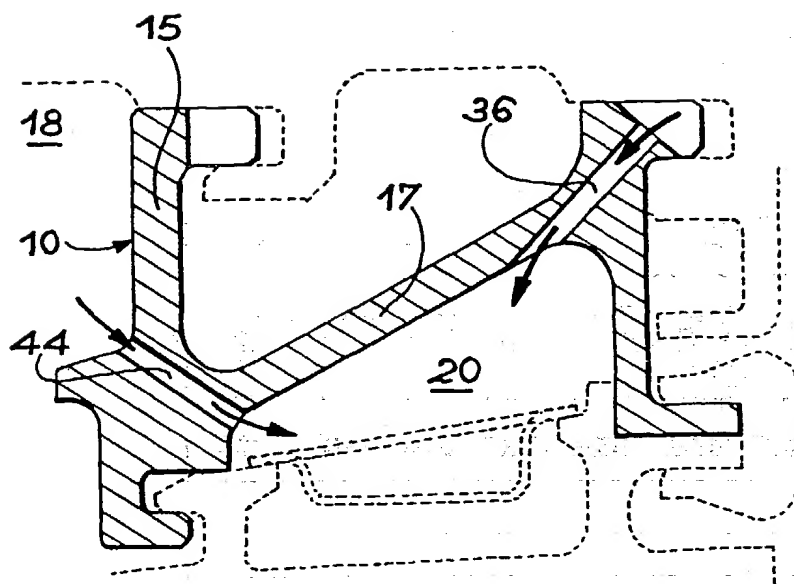


FIG. 7

6 / 6

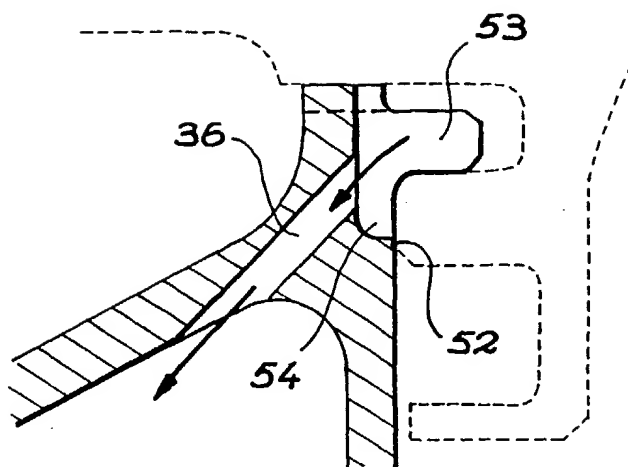


FIG. 8

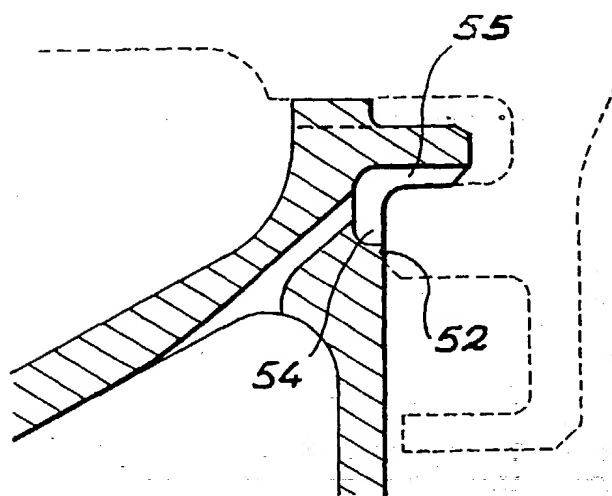


FIG. 9